



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 52 176 A1 2005.06.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 52 176.3
(22) Anmeldetag: 05.11.2003
(43) Offenlegungstag: 02.06.2005

(51) Int Cl.⁷: F16F 9/53

(71) Anmelder:
Fludicon GmbH, 64293 Darmstadt, DE

(74) Vertreter:
Behrens, H., Dipl.-Ing., Rechtsanwalt, 64295
Darmstadt

(72) Erfinder:
Rosenfeldt, Horst, Dr., 64846 Groß-Zimmern, DE

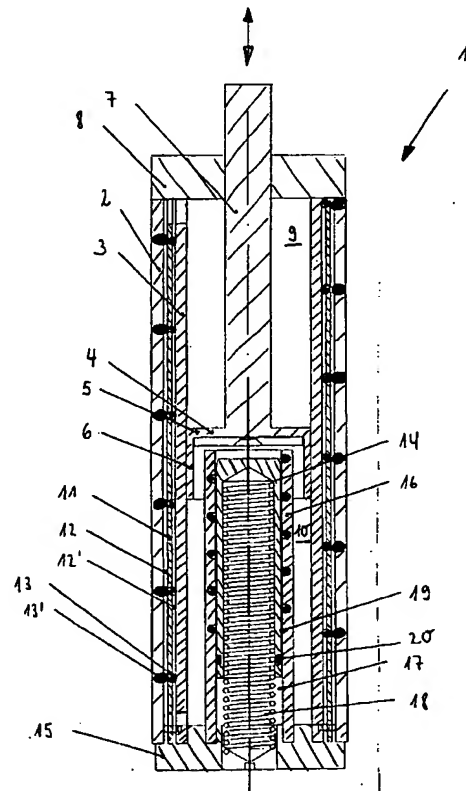
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
ziehende Druckschriften:
DE 198 20 570 A1
DE 198 16 549 A1
DE 44 33 056 A1
DE 698 06 100 T2
DE 696 12 165 T2
GB 21 11 171
US 62 79 702 B1
EP 12 73 820 A2
EP 12 19 858 A1
EP 05 81 476 A1
EP 04 01 009 A1
EP 03 82 171 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Schwingungsdämpfer auf Basis elektrorheologischer und/oder magnetorheologischer Flüssigkeiten**

(57) Zusammenfassung: Ein Schwingungsdämpfer auf Basis elektrorheologischer und/oder magnetorheologischer Flüssigkeiten mit einem Zylindergehäuse (2/3), einem das Zylindergehäuse (2/3) in zwei Druckmittlräume (9, 10) unterteilenden, mit einer Kolbenstange (7) in Verbindung stehenden, axial verschiebbaren Arbeitskolben (4), wobei die Druckmittlräume (9, 10) mit einer elektrorheologischen und/oder magnetorheologischen Flüssigkeit gefüllt sind und wobei mindestens ein die Druckmittlräume (9, 10) verbindender Strömungskanal (12, 12') angeordnet ist und wobei der mindestens eine Strömungskanal (12, 12') über ein elektrisches und/oder ein magnetisches Feld beaufschlagt ist und wobei in einem Druckmittelraum (10) ein Ausgleichskolben (14) zum Ausgleich des Kolbenstangen-volumens vorgesehen ist, soll derart weitergebildet werden, dass er in einem weiteren technischen Einsatzbereich nutzbar ist. Dies wird dadurch erreicht, dass dem Ausgleichskolben (14) ein ansteuerbares Ventilmittel (19) zur Beeinflussung der Ausgleichsbewegung des Ausgleichskolbens (14) zugeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Der Einsatz von Schwingungsdämpfern ist in einer Vielzahl von technologischen Gebieten z. B. dem Maschinen- und Fahrzeugbau bekannt. In Kraftfahrzeugen werden beispielsweise Stoßdämpfer zur Erhöhung der Fahrsicherheit und des Komforts eingesetzt.

[0002] Der prinzipielle Aufbau von Stoßdämpfern auf Basis elektrorheologischer Flüssigkeiten ist unter anderem aus der Druckschrift "Technischer Einsatz neuer Aktoren", Expert-Verlag, 1995, Seite 57 und 58 bekannt. Bei diesen Stoßdämpfern sind in einem zylindrischen Gehäuse zwei Druckmittlräume durch einen Kolben getrennt, wobei beispielsweise der Kolben Fluiddurchlaßöffnungen besitzt, durch die die elektrorheologische Flüssigkeit strömt. Die Dämpfungskraft des Schwingungsdämpfers in Zug und Druckhub ist dann durch Veränderung der rheologischen Eigenschaften des Fluids variabel einstellbar.

[0003] In der Regel handelt es sich bei elektrorheologischen Flüssigkeiten um Suspensionen, d.h. in einem Trägermedium suspendierte Festpartikel, die über das elektrische bzw. magnetische Feld polarisierbar sind.

[0004] Bekanntlich kann durch Einwirken eines elektrischen Feldes bzw. magnetischen Feldes die Viskosität von elektrorheologischen bzw. magnetorheologischen Flüssigkeiten in weiten Bereichen sehr schnell und reversibel eingestellt werden. Bei elektrorheologischen Flüssigkeiten wird hierfür an Elektrodenanordnungen eine elektrische Steuerspannung zur Erzeugung eines elektrischen Feldes gelegt. Die Wechselwirkung zwischen der Elektrodenanordnung und der elektrorheologischen Flüssigkeit kann abhängig von der Art der Flüssigkeitsdeformation nach drei grundsätzlichen Moden unterschieden werden, dem Shear-Mode (Elektroden verschieben sich relativ zueinander in parallelen Ebenen), dem Flow-Mode (Elektroden sind fest angeordnet, die Flüssigkeit strömt zwischen den Elektroden hindurch) und dem Squeeze-Mode (Elektroden verändern ihren Abstand zueinander). Diese Moden können auch in Kombination auftreten. Näheres hierzu findet sich in dem Buch "Technischer Einsatz neuer Aktoren", Expert-Verlag, 1995, Kapitel 2.3.1 und Bild 3.1.

[0005] In Dämpfern nach dem Flow-Mode Prinzip fließt die elektrorheologische Flüssigkeit aufgrund einer Kolbenbewegung durch einen separaten, die Druckmittlräume verbindenden Strömungskanal (EP-0581476) der eine Elektrodenanordnung besitzt. Bei einer anderen Ausführungsform besteht der Kolben selbst aus einer Anordnung konzentrischer Elektroden, die abwechselnd gepolt sind. In beiden Fällen kann durch ein elektrisches Feld der Strömungswi-

derstand der elektrorheologischen Flüssigkeit und dadurch das Dämpferverhalten gesteuert werden.

[0006] Aus der DE 4433056 ist ein Schwingungsdämpfer bekannt, der mit einer magnetorheologischen Flüssigkeit arbeitet. Bei diesem Dämpfer bewegt sich innerhalb eines Zylinders ein Kolben, der den Zylinder in zwei Druckmittlräume unterteilt, wobei die Druckmittlräume über zwischen der Kolbenumfangsfläche und der Innenwand des Zylinders gebildeten Strömungskanäle verbindbar sind. Im Bereich der Strömungskanäle wird ein magnetisches Feld erzeugt, welches auf die magnetorheologische Flüssigkeit zur Veränderung der Dämpfungseigenschaften des Dämpfers einwirkt (Shear-Mode).

[0007] Aus der EP 0401009 A1 ist ein Schwingungsdämpfer bekannt, der mit einer elektrorheologischen Flüssigkeit arbeitet. Hierbei werden die die Druckmittlräume verbindenden Strömungskanäle durch im Kolben angeordnete Fluiddurchlaßöffnungen (Flow-Mode) oder durch einen zwischen Zylindergehäuse und Kolbenumfangsfläche befindlichen Ringspalt gebildet (Shear-Mode). Im Bereich der Strömungskanäle wird dann ein regelbares elektrisches Feld erzeugt.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es einen Schwingungsdämpfer auf Basis elektrorheologischer und/oder magnetorheologischer Flüssigkeiten derart weiterzubilden, dass der Stoßdämpfer in einem weiten technischen Einsatzbereich nutzbar ist.

[0009] Diese Aufgabe wird gemäß dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 dadurch gelöst, dass dem Ausgleichkolben ein ansteuerbares Ventilmittel zur Beeinflussung der Ausgleichsbewegung des Ausgleichskolbens zugeordnet ist. Durch die zusätzliche Ansteuerung des Ausgleichskolbens wird die Dämpferkraft verändert und damit die obere Kennlinie des Dämpferfeldes nach oben erweitert, wobei die Kennlinie des Basiswiderstandes gleich bleibt.

[0010] Die Aufgabe wird weiterhin durch die im Patentanspruch 4 angegebenen Merkmale gelöst. Durch Anordnung eines weiteren die Druckmittlkammern verbindenden Strömungskanals im Bereich des Arbeitskolbens wobei dem Strömungskanal Ventilmittel zugeordnet sind, die durch Ansteuerung eine Beeinflussung des Strömungskanals, d.h. eine Querschnittsveränderung des Strömungskanals bewirken, kann der hydraulische Grundwiderstand des Stoßdämpfers variiert werden. Gleichzeitig kann über die Ansteuerung der elektrisch ansteuerbaren Strömungskanäle die zwischen innerer und äußerer Hülse gebildet werden das Dämpferkennfeld über der Basis Kennlinie errichtet werden. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Beeinflussung des Strömungsquerschnittes im Bereich des Arbeitskol-

bens durch die Ansteuerung eines Piezoaktors erzielt.

[0011] Ein weiteres Ausführungsbeispiel sieht eine hubabhängige Beeinflussung des Strömungsquerschnittes über ein mechanisches System vor.

[0012] Die Erfindung wird anhand von mehreren Ausführungsbeispielen, die in den Figuren dargestellt sind, näher erläutert.

[0013] Der im Längsschnitt in **Fig. 1** dargestellte Stoßdämpfer **1** ist als Zweirohrstoßdämpfer ausgebildet und weist eine zylindrische äußere und eine koaxial dazu angeordnete zylindrische innere Hülse **2,3** auf. Ein Arbeitskolben **4** ist in der inneren Hülse axial verschiebbar gelagert. Die axiale Verschiebung des Arbeitskolbens **4** ist durch die Pfeile dargestellt, die den Zug- und Druckhub kennzeichnen. Der Arbeitskolben **4** ist als topfförmiger Kolben ausgebildet, d.h. er besitzt einen scheibenförmigen Abschnitt **5** und einen daran anschließenden hohlzylindrischen Abschnitt **6**. Auf der dem hohlzylindrischen Abschnitt **6** gegenüberliegenden Seite des scheibenförmigen Abschnittes **5** ist der Arbeitskolben **4** mit einer Kolbenstange **7** verbunden, die aus einem die innere und äußere Hülse **2,3** abschließenden Deckelteil **8** abgedichtet herausgeführt ist.

[0014] Der Arbeitskolben **4** unterteilt die innere Hülse **3** in zwei Druckmittelmräume **9,10**, die in diesem Ausführungsbeispiel mit elektrorheologischer Flüssigkeit gefüllt sind. Die Druckmittelmräume **9,10** stehen durch den zwischen äußerer und innerer Hülse **2,3** gebildeten Ringspalt in Verbindung. Der zwischen äußerer und innerer Hülse **2,3** gebildeter Ringspalt ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel mittels einer weiteren zylindrischen Hülse **11** in zwei konzentrische Ringspalte **12,12'** unterteilt. Beide Ringspalte **12,12'** sind jeweils als wendelförmig ansteuerbare Strömungskanäle ausgebildet. Hierfür ist jeweils in die innere Mantelfläche der äußeren Hülse **2**, sowie die äußere Mantelfläche der inneren Hülse **3** eine axial sich erstreckende wendelförmige Nut eingebracht, in die eine aus einem Isolationsmaterial bestehende Wendel **13,13'** eingelegt ist. Die Wendel **13,13'** liegt jeweils dichtend zwischen äußerer Hülse **2** und weiterer zylindrischen Hülse **11** bzw. weiterer zylindrischen Hülse **11** und inneren Hülse **3** an. Die die Strömungskanäle **12,12'** begrenzenden Mantelflächen sind jeweils als Elektrodenflächen ausgebildet. Die äußere Hülse **2** sowie die innere Hülse **3** sind geerdet, die weitere Hülse **11** ist mit einer nichtdargestellten Spannungsleitung verbunden.

[0015] Aufgrund des beschriebenen Aufbaus steht die erste Druckmittelkammer **9** über die elektrisch ansteuerbaren Strömungskanäle **12,12'** mit der unteren Druckmittelkammer **10** in Verbindung. Die Viskosität der elektrorheologischen Flüssigkeit kann in den

Strömungskanälen **12,12'** über ein elektrisches Spannungssignal gesteuert werden. Hierdurch kann der Druckunterschied zwischen den beiden Druckmittelkammern **9,10** und somit die Dämpfungsscharakteristik des Stoßdämpfers **1** über die Höhe des elektrischen Feldes variabel eingestellt werden.

[0016] In der unteren Druckmittelkammer **10** ist ein Ausgleichskolben **14** vorgesehen, der in einer an dem unteren Deckelteil **15** befestigten in die Druckmittelkammer **10** ragenden Stützhülse **16** axial beweglich gelagert ist. Der Ausgleichskolben **14** ist zylindrisch ausgebildet und weist eine Sacklochbohrung **17** auf, in der eine Druckfeder **18** angeordnet ist, die eine entsprechende Rückstellung des Ausgleichskolbens **14** bewirkt. Die Druckfeder **18** ist endseitig in dem Deckelteil **15** befestigt. Zwischen der inneren Mantelfläche der Stützhülse **16** und der äußeren Mantelfläche des Ausgleichskolbens **14** wird ein weiterer elektrisch ansteuerbarer wendelförmiger Strömungskanal **19** gebildet. In dem Strömungskanal **19** befindet sich ebenfalls elektrorheologische Flüssigkeit, wobei der Strömungskanal **19** in Richtung unteres Deckelteil **15** über eine Dichtung **20** abgedichtet ist und im oberen Endbereich mit der Druckmittelkammer **10** in Verbindung steht. Die elektrisch ansteuerbare Elektrodenanordnungen werden hierbei durch die äußere Mantelfläche des Ausgleichskolbens **14** sowie die innere Mantelfläche der Stützhülse **16** gebildet. Die in diesem Strömungskanal **19** befindliche elektrorheologische Flüssigkeit kann ebenfalls durch Veränderung des zwischen den Elektrodenanordnungen erzeugten elektrischen Feldes hinsichtlich der Viskosität verändert werden.

[0017] Wird nun der Strömungskanal **19** zwischen Ausgleichskolben **14** und Stützkolben **16** nicht mit einem elektrischen Feld beaufschlagt, dann findet bei einer Axialbewegung des Arbeitskolbens **4** des Stoßdämpfers **1** eine in Axialrichtung bedingte Ausgleichbewegung des Ausgleichskolbens **14** innerhalb der Stützhülse **16** statt. Mittels des Ausgleichskolbens **14** findet ein Volumenausgleich des Kolbenstangenvolumens statt.

[0018] Mittels Ansteuerung des Strömungskanals **19** zwischen Ausgleichskolben **14** und Stützhülse **16** kann nun gezielt die gewollte Ausgleichsbewegung in Axialrichtung des Ausgleichskolbens **14** gebremst werden, d.h. die Dämpferkraft kann dadurch verändert werden. Da die Ausgleichskolbenfläche kleiner ist als die wirksame Kolbenfläche des Arbeitskolbens **4**, ist für die vollständige Blockierung des Arbeitskolbens nur eine entsprechend den Flächenverhältnissen verringerte Blockierkraft am Ausgleichskolben **14** erforderlich. Die kleinen durch den Strömungskanal **19** gebildeten Ventillflächen am Umfang des Ausgleichskolbens **14** bewirken, dass mit deutlich niedrigerem Energiebedarf der Arbeitskolben **4** blockiert werden kann. Durch die Ansteuerung des Aus-

gleichskolbens 14 ist eine zusätzliche Beeinflussung der Dämpferkennlinie des Stoßdämpfers 1 möglich.

[0019] In **Fig. 2** ist in einem Längsschnitt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Stoßdämpfers 21 gezeigt. Gleiche bereits zu **Fig. 1** beschriebene Teile werden mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0020] Der Stoßdämpfer 21 ist ebenfalls als Zweirohrstoßdämpfer ausgebildet und weist einen zwischen äußerer und innerer Hülse 2,3 elektrisch ansteuerbaren Strömungskanal 12, 12' auf. Die Druckmittelmräume 9,10 stehen über den Strömungskanal 12, 12' miteinander in Verbindung. Ein Arbeitskolben 22 ist in der inneren Hülse 3 axial verschiebbar gelagert, wobei der Arbeitskolben 22 mehrteilig ausgebildet ist und aus einem zylindrischen Element 23 und einem topfförmigen Element 24 besteht.

[0021] Auf der dem topfförmigen Element 24 gegenüberliegenden Seite des zylindrischen Elementes 23 ist eine nach oben ragende Kolbenstange 25 angeordnet, die hohlzylindrisch ausgebildet ist. In der Sacklochbohrung der Kolbenstange 25 befindet sich ein Piezoaktor 26, der elektrisch ansteuerbar ausgeführt ist. Die Richtung des ausführbaren Hubes des Piezoaktors 26 ist durch den Pfeil 27 dargestellt. Der Piezoaktor 26 steht mit einem Wegübersetzungsmittel 28 in Wirkverbindung, wobei das Wegübersetzungsmittel 28 eine Silikonmasse ist, die in dem zylindrischen Element aufgenommen ist und einen durch elektrische Ansteuerung des Piezoaktors 26 bewirkten Hub in Axialrichtung auf in etwa den 10-fachen Hub übersetzt. Bedingt durch die Axialbewegung des Piezoaktors 26 und die entsprechende Wegübersetzung mittels der Silikonmasse kann das topfförmige Element 24 in Axialrichtung von dem zylindrischen Element 23 weggedrückt werden, so dass zwischen zylindrischen Element 23 und topfförmigen Element 24 des Arbeitskolbens 22 ein Spalt S freigegeben werden kann. Wie es in der **Fig. 2** schematisch dargestellt ist, sind das zylindrische Element 23, sowie das topfförmige Element 24 über Führungsbolzen 29 und Federelemente 30 miteinander gekoppelt, so dass eine gegenseitige Verdrehsicherung erzielt wird und eine Rückstellung des topfförmigen Elementes 24 an die zylindrische dem topfförmigen Element 24 zugewandte Stirnfläche erfolgt, wenn die Ansteuerung des Piezoaktors 26 zurückgesetzt wird.

[0022] Im Grundzustand liegt das topfförmige Element 24 an dem zylindrischen Element 23 an, so dass zwischen oberem und unteren Druckmittelraum 9,10 über den Arbeitskolben 22 keine Strömungsverbindung vorhanden ist.

[0023] In Abhängigkeit der Ansteuerung des Piezoaktors 26 wird wie oben beschrieben ein Spalt S zwischen zylindrischem Element 23 und topfförmigen

Element 24 des Arbeitskolbens 22 freigegeben und die elektrorheologische Flüssigkeit kann über in das zylindrische Element 23 eingebrachte Strömungsbohrungen sowie den Spalt S in den unteren Druckmittelraum 10 strömen.

[0024] In **Fig. 3** ist in einem Längsschnitt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Stoßdämpfers 31 gezeigt. Gleiche bereits zu **Fig. 1** beschriebene Teile werden mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0025] Der Stoßdämpfer 31 ist ebenfalls als Zweirohrstoßdämpfer ausgebildet und weist einen zwischen äußerer und innerer Hülse 2,3 elektrisch ansteuerbaren Strömungskanal 12 auf. Die Druckmittelmräume 9,10 stehen über den Strömungskanal 12 miteinander in Verbindung. Ein Arbeitskolben 32 ist in der inneren Hülse 3 axial verschiebbar gelagert, wobei der Arbeitskolben 32 mehrteilig ausgebildet ist und aus einem mit Strömungskanälen versehenen scheibenförmigen Element 33 und einem topfförmigen Element 34 besteht in das ebenfalls Strömungskanäle eingebracht sind.

[0026] Auf der dem topfförmigen Element 34 gegenüberliegenden Seite des scheibenförmigen Elementes 33 ist eine nach oben ragende Kolbenstange 35 angeordnet. Am unteren Deckelteil 36 des Stoßdämpfers 31 ist ein Bolzen 37 drehfest angeordnet, wobei der Bolzen 37 in die Sacklochbohrung des topfförmigen Elementes 34 des zweigeteilten Arbeitskolbens 32 hineinragt. An den einander zugewandten Mantelflächen sind jeweils in das topfförmige Element 34 sowie den Bolzen 37 axial wendelförmig verlaufende Führungsnuten eingebracht, die zur Aufnahme von Kugeln 38 dienen. Das topfförmige Element 34 ist axial verschiebbar und drehbar in Bezug auf das scheibenförmige Element 33 des Arbeitskolbens 32 angeordnet.

[0027] Bei Axialverschiebung des zweigeteilten Kolbens 32 in der inneren Hülse 3 erfolgt durch die oben beschriebene Anordnung eine wegabhängige Verdrehung des topfförmigen Elementes 34 in Bezug auf das scheibenförmige Element 33 wodurch eine Freigabe bzw. Veränderung von in dem Kolben angeordneten, die Druckmittelmräume 9,10 verbindenden Strömungskanälen bewirkt wird.

[0028] Es ist selbstverständlich, dass anstelle von elektrorheologischen Flüssigkeiten auch magnetorheologische Flüssigkeiten verwendet werden können. Bei der Verwendung von magnetorheologischen Flüssigkeiten müssen anstelle von Elektrodenanordnungen Spulenordnungen zur Erzeugung eines magnetischen Feldes vorgesehen sein.

Patentansprüche

1. Schwingungsdämpfer auf Basis elektrorheologischer und/oder magnetorheologischer Flüssigkeiten mit einem Zylindergehäuse (2/3), einem das Zylindergehäuse (2/3) in zwei Druckmittlräume (9,10) unterteilenden, mit einer Kolbenstange (7) in Verbindung stehenden, axial verschiebbaren Arbeitskolben (4), wobei die Druckmittlräume (9,10) mit einer elektrorheologischen und/oder magnetorheologischen Flüssigkeit gefüllt sind, und wobei mindestens ein die Druckmittlräume (9,10) verbindender Strömungskanal (12,12') angeordnet ist und wobei der mindestens eine Strömungskanal (12,12') über ein elektrisches und/oder ein magnetisches Feld beaufschlagbar ist, und wobei in einem Druckmittelraum (10) ein Ausgleichskolben (14) zum Ausgleich des Kolbenstangenvolumens vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass dem Ausgleichkolben (14) ein ansteuerbares Ventilmittel (19) zur Beeinflussung der Ausgleichsbewegung des Ausgleichskolbens (14) zugeordnet ist.

2. Schwingungsdämpfer auf Basis elektrorheologischer und/oder magnetorheologischer Flüssigkeiten nach Patentanspruch 1, wobei das Ventilmittel (19) als Ventil auf Basis elektrorheologischer und/oder magnetorheologischer Flüssigkeiten ausgebildet ist.

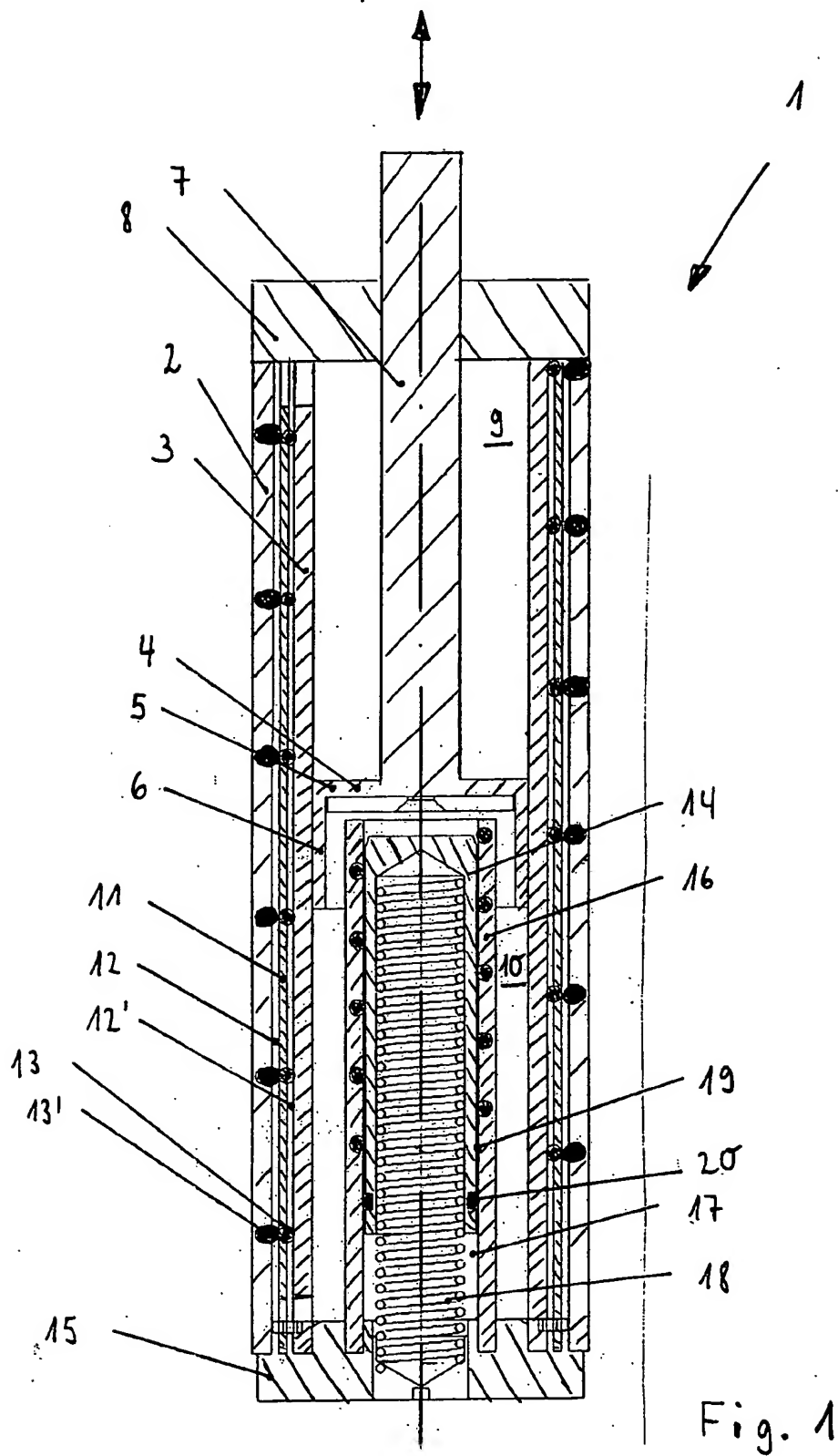
3. Schwingungsdämpfer auf Basis elektrorheologischer und/oder magnetorheologischer Flüssigkeiten nach Patentanspruch 2, wobei der Ausgleichskolben (14) in einer in die Druckmittelkammer (10) ragenden Stützhülse (16) axial beweglich gelagert ist und das Ventil auf Basis elektrorheologischer und/oder magnetorheologischer Flüssigkeiten durch einen elektrisch ansteuerbaren Strömungskanal (19) zwischen Mantelinnenfläche der Stützhülse (16) und Mantelaußenfläche des Ausgleichkolbens (14) gebildet wird.

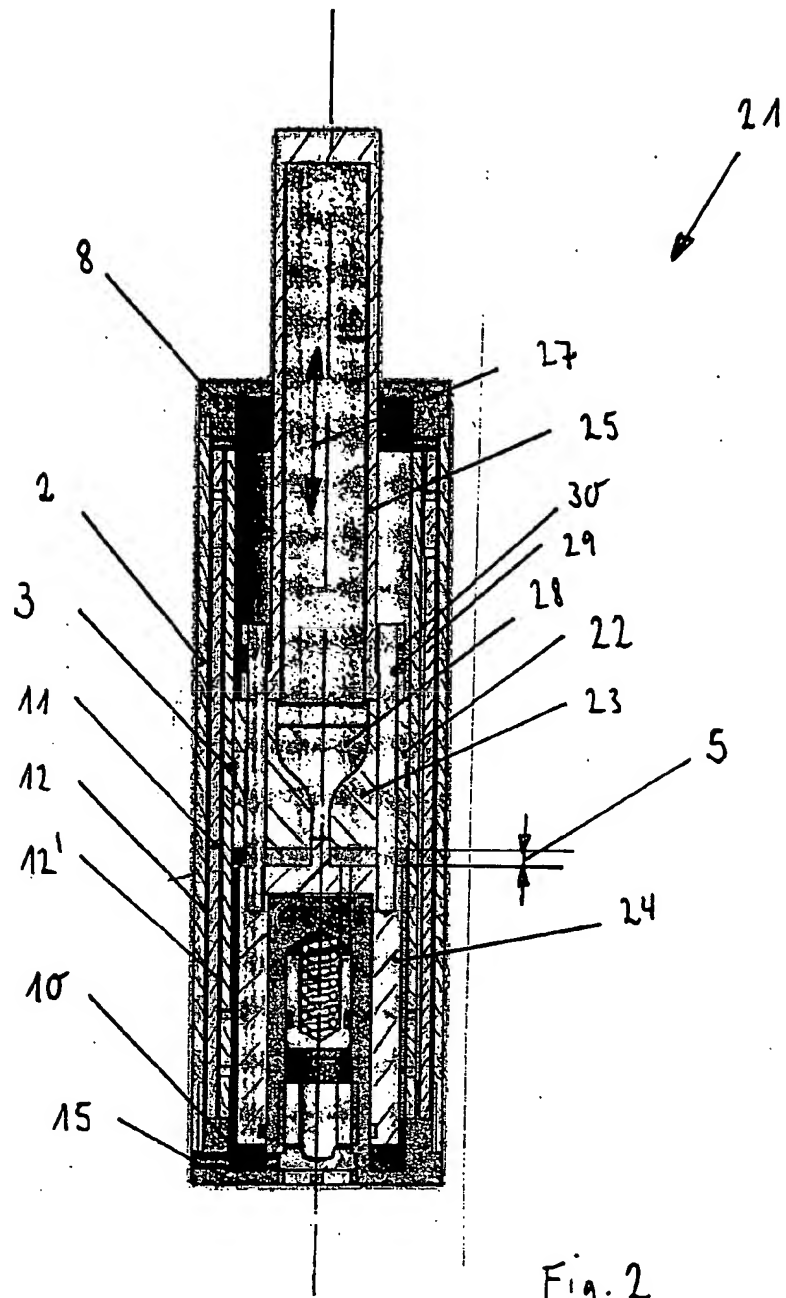
4. Schwingungsdämpfer auf Basis elektrorheologischer und/oder magnetorheologischer Flüssigkeiten mit einem Zylindergehäuse, einem das Zylindergehäuse in zwei Druckmittlräume unterteilenden, mit einer Kolbenstange in Verbindung stehenden, axial verschiebbaren Kolben, wobei die Druckmittlräume mit einer elektrorheologischen und/oder magnetorheologischen Flüssigkeit gefüllt sind, und wobei mindestens ein die Druckmittlräume verbindender Fluiddurchlasskanal angeordnet ist und-wobei der mindestens eine Fluiddurchlasskanal über ein elektrisches und/oder ein magnetisches Feld beaufschlagbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich des Arbeitskolbens ein weiterer die Druckmittelkammern verbindender Strömungskanal vorgesehen ist, wobei dem weiteren Strömungskanal zur Kennfelderweiterung Ventilmittel zugeordnet sind, die durch Ansteuerung eine Beeinflussung des weiteren Strömungskanals bewirken.

5. Schwingungsdämpfer auf Basis elektrorheologischer und/oder magnetorheologischer Flüssigkeiten, wobei die Ansteuerung wegababhängig, oder druckabhängig, elektrisch, elektromagnetisch oder piezo-elektrisch erfolgt.

6. Schwingungsdämpfer auf Basis elektrorheologischer und/oder magnetorheologischer Flüssigkeiten, wobei die Ventilmittel einen Piezoaktor sowie ein Mittel zur Wegübersetzung umfassen und durch Ansteuerung des Piezoaktors der Strömungsquerschnitt des weiteren Strömungskanals beeinflussbar ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen





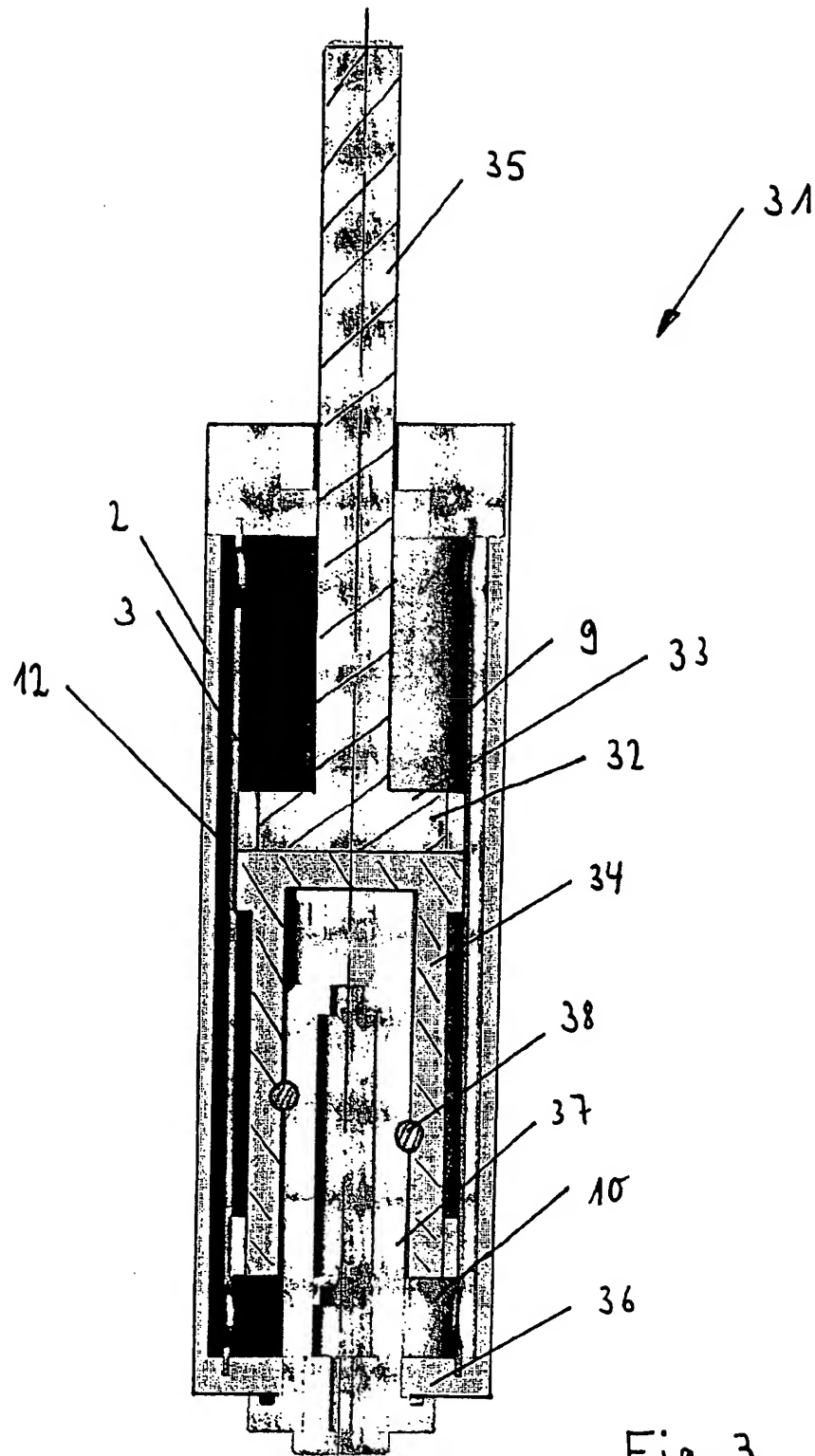


Fig. 3